

双河油田污水催化脱硫配聚现场试验

卢卫芸 中国石化河南石油工程设计有限公司

摘要: 目前国内主要还是采用清水配置聚合物溶液或母液, 这需要消耗大量的清水资源。河南双河油田通过脱出 S^{2-} 来解决聚合物溶液的黏度降低问题。前期实验研究发现, 通过改进的催化脱硫工艺, 进口浓度为 30 mg/L 的 S^{2-} 曝气 30 min 后浓度可以降低至 0.2 mg/L 。采用催化脱硫工艺处理双河污水, 曝气时间为 30 min , 将处理后的污水用作聚合物母液配制及母液稀释, 现场试验证明该方案可行且效果较好。以深度脱硫后的污水配制母液并稀释得到的聚合物溶液其黏度高达 $48.1\text{ mPa}\cdot\text{s}$, 较现有工艺黏度可提高 24.9% 。该方案每年可节约成本 $1\,245.1$ 万元, 取得了巨大的经济效益和社会效益。

关键词: 双河油田; 污水; 催化脱硫工艺; 聚合物溶液; 母液; 现场试验

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.10.015

聚合物三次采油技术已在我国中后期开发的油田得到了大规模工业化应用, 取得了较好的经济效益。河南油田的三采原油产量逐年提高, 目前已达 $46 \times 10^4\text{ t/a}$, 占河南油田总产量的 26% , 其中双河油田三采原油产量已达 $25 \times 10^4\text{ t/a}$, 占双河油田原油产量的 46% 。但目前国内主要还是采用清水配置聚合物溶液或母液, 需要消耗大量的清水资源。另一方面, 油田生产又会产生大量的污水, 环境污染严峻的形势, 严格的环保法规的出台, 致使污水的排放压力日益增大^[1]。目前双河油田采用清水配制聚合物母液, 然后用污水稀释得到注聚溶液, 日需清水量 $3\,700\text{ m}^3$, 同时又有 $6\,100\text{ m}^3/\text{d}$ 剩余污水需要外排。若能采用污水配制聚合物母液, 不仅能节约大量清水, 解决注采不平衡问题, 而且有利于环境保护。因此, 探讨深度处理油田污水配聚工艺技术具有重要的作用与意义。

1 催化脱硫工艺

大量的现场试验及文献报道表明, 采用污水配注以后, 污水中含有的化学组分对聚丙烯酰胺分子的降解有一定的促进作用, 导致聚合物溶液在配制和注入过程中黏度损失严重, 控制流度能力变差, 从而限制了聚合物驱油技术在部分油藏条件下的推广应用。双河联合站净化含油污水中的阳离子和硫化物对聚合物溶液黏度的降黏比率如图1所示。由图1可以看出, 污水中金属阳离子对聚合物黏度降低的贡献率达到 60% , 目前去除 Na^+ 、 K^+ 主要采用水脱盐处理技术(如电渗析、反渗透、电解法、超滤和微孔膜过滤等), 存在工程建设投资大、对

人口水质要求高及再生成本较高等问题。同时可以发现原性物质(S^{2-})对聚合物溶液降黏的影响占比可以达到 40% , 因此, 可以通过脱出 S^{2-} 来解决聚合物溶液的黏度降低问题。前期实验研究发现, 通过改进的催化脱硫工艺, 进口浓度为 30 mg/L 的 S^{2-} 曝气 30 min 后浓度可以降低至 0.2 mg/L 。采用催化脱硫工艺处理双河污水, 曝气时间为 30 min , 处理后的污水用于聚合物母液配制及母液稀释, 现场试验证明该方案可行且效果较好。催化脱硫主要是通过向催化脱硫塔中添加氧化催化剂, 在较温和的条件下, 高效氧化污水中 S^{2-} 为硫单质, 并且能够提高氧气利用率, 增大水气比, 降低能耗。

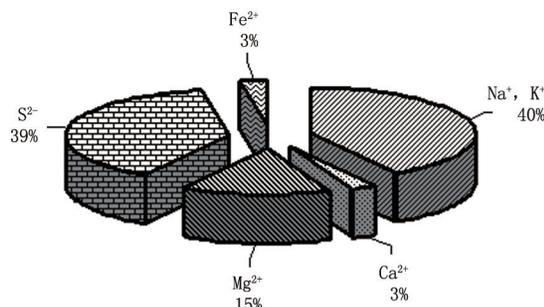


图1 阳离子和硫化物对聚合物溶液黏度降黏比率

2 深度脱硫污水配聚现场试验

为了考察脱硫污水对注聚液黏度的影响, 选取不同脱硫程度的污水进行了现场试验, 图2为催化脱硫的中试流程。该装置的处理量为 $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$, 运行水气比(污水:空气)为 $1:1.2$, 经过一周的连续监测表明, 曝气时间分别为 10 、 20 和 30 min 时, 污水的平均 S^{2-} 含量分别小于 5 、 1.5 和 0.5 mg/L ^[2]。

将上述处理过的污水用于现场配聚试验, 具体



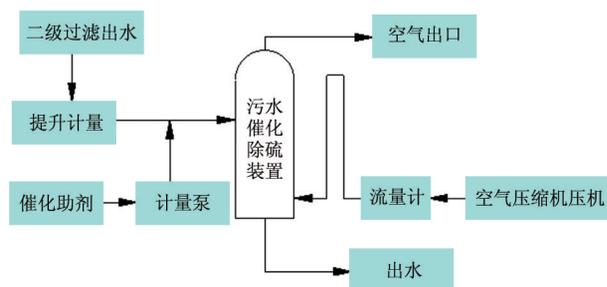


图2 催化除硫中试流程

试验结果见表1。由表1可知，含硫0.5 mg/L的除硫水用于配制母液并稀释，与清水母液、未除硫污水稀释相比，初始黏度提高19.2%；含硫5 mg/L的除硫水稀释清水母液，与清水母液、未脱硫污水稀释相比，初始黏度提高10.6%。

表1 不同脱硫程度污水配聚液黏度数据

母液	母液黏度/ mPa·s	稀释用水	稀释后黏度/ mPa·s
清水母液	2 864	未除硫污水 (S ²⁻ : 30 mg/L)	38.5
		除硫污水 (S ²⁻ : 1.5 mg/L)	57.4
		除硫污水 (S ²⁻ ≤0.5 mg/L)	62.8
除硫污水母液 (S ²⁻ ≤0.5 mg/L)	1 300	未除硫污水 (S ²⁻ : 5 mg/L)	28.4
		除硫污水 (S ²⁻ : 30 mg/L)	42.6
		除硫污水 (S ²⁻ ≤0.5 mg/L)	48.1
除硫污水母液 (S ²⁻ : 1.5 mg/L)	1 185	未除硫污水 (S ²⁻ : 30 mg/L)	23.7
		除硫污水 (S ²⁻ : 1.5 mg/L)	44.3
除硫污水母液 (S ²⁻ : 5 mg/L)	500	未除硫污水 (S ²⁻ : 30 mg/L)	17.5
		除硫污水 (S ²⁻ : 5 mg/L)	30.1

注：聚合物型号3630，聚合物母液浓度4 000 mg/L。

水稀释相比，初始黏度提高24.9%；清水母液，含硫0.5 mg/L的除硫污水稀释，与清水母液、未除硫污水稀释相比，初始黏度提高63.1%；含硫1.5 mg/L的除硫水用于配制母液并稀释，与清水母液、未除硫污水稀释相比，初始黏度提高15%；清水母液，含硫1.5 mg/L的除硫污水稀释，与清水母液、未除硫污水稀释相比，初始黏度提高49%；含硫5 mg/L

的除硫水用于配制母液并稀释，与清水母液、未除硫污水稀释相比，初始黏度提高19.2%；含硫5 mg/L的除硫水稀释清水母液，与清水母液、未脱硫污水稀释相比，初始黏度提高10.6%。

3 效益分析

(1) 直接经济效益。与现有以清水配置母液，污水直接稀释的工艺相比，若采用脱硫污水配母液，脱硫污水稀释的配注方式，可有效降低成本费用^[9]。据计算，年可节约清水费用411.9万元，剩余污水处理费用384.9万元，排污费39.2万元，干粉用量及费用841.4万元。去除污水脱硫处理成本费用432.3万元，每年可节约成本费用约1 245.1万元。

(2) 间接经济效益。由于用油田产出的含油污水配制聚合物溶液与油藏的配伍性较好，使得聚合物溶液在油藏内的黏度保留率较高，这对提高油田采收率、增加原油产量也是有利的因素。同时利用污水配聚，节约了清水资源，减少了污水外排，避免了环境污染问题。因此其间接经济效益和社会效益都是巨大的。

参考文献

- [1] 丁慧. 油田含聚污水的资源化利用[J]. 油气田地面工程, 2013, 32 (6): 20-22.
- [2] 马自俊, 史列军. 聚合物驱采出液分析与利用研究[J]. 油田化学, 1997, 14 (3): 243-247.
- [3] 张世东. 喇嘛甸油田二类油层污水注聚试验研究[J]. 石油地质与工程, 2010, 24 (3): 130-131.

收稿日期 2015-03-12

(栏目主持 杨 军)



山东LNG接收站罐区及码头全景

